Arnaldoa 21 (1): 91 - 104, 2014 ISSN: 1815-8242

Estudio fitoquímico de las hojas, flores y frutos de *Solanum multifidum* Lam. y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. (Solanaceae) procedentes del Cerro Campana, Región La Libertad-Perú

Phytochemical study of the leaves, flowers and fruits of *Solanum multifidum* Lam. and *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. (Solanaceae) from the Cerro Campana, Región La Libertad-Peru



Marilú Roxana Soto Vásquez
Laboratorio de Farmacognosia. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo.
Av. Juan Pablo II s/n. Trujillo-Perú
msoto@unitru.edu.pe

Resumen

Con el propósito de contribuir al conocimiento científico de los componentes presentes en las especies *Solanum multifidum* Lam. y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. (Solanaceae) y así establecer una potencial utilidad medicinal, se realizó el estudio fitoquímico de las hojas, flores y frutos de ambas especies, para lo cual fueron recolectadas las especies del Cerro Campana del Distrito Huanchaco, Región La Libertad-Perú. El tamizaje fitoquímico se realizó mediante una extracción sucesiva con solventes de polaridad ascendente (éter etílico, etanol y agua), y se procedió a realizar la identificación del tipo cualitativo, haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación. Se encontró en ambas especies una alta diversidad de metabolitos como alcaloides, compuestos fenólicos, flavonoides, antocianidinas, catequinas, taninos, triterpenos y esteroides, azúcares reductores, aceites y grasas, aminoácidos, saponinas sólo en hojas y flores de ambas especies y lactonas y cumarinas sólo fueron encontradas en los tres órganos de la especie de *S. multifidum* Lam.

Palabras clave: Solanaceae, *Solanum, Lycianthes*, fitoquímica, Cerro Campana.

Abstract

In order to contribute to the scientific knowledge of the components present in the species *Solanum multifidum* Lam. and *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl., (Solanaceae) and establish potentially medicinal use, phytochemical study of leaves, flowers and fruits of both species was performed, for which species were collected from Campana Hill in Huanchaco district, La Libertad region-Peru. Phytochemical screening was performed by successively extraction using solvents of ascending polarity (diethyl ether, ethanol and water), and proceeded to make the qualitative identification, using coloring and precipitation reagents. It was found a high diversity of metabolites such as alkaloids, phenolics, flavonoids, anthocyanidins, catechins, tannins, triterpenes and steroids, reducing sugars, oils and fats, amino acids, saponins only in leaves and flowers of both species, and lactones and coumarins were found only in the three organs of *S. multifidum* Lam.

Keywords: Solanaceae, *Solanum, Lycianthes*, phytochemistry, Cerro Campana

Introducción

La familia Solanaceae es un vasto grupo de angiospermas, que contiene alrededor de 90 géneros y 2600 especies de distribución cosmopolita, existiendo en mayor número en climas cálidos y cálido-templados como América del Sur (Mabberley, 2008), donde se han registrado cerca de 50 géneros endémicos (D'Arcy, 1991), considerándose a esta región un centro geográfico de especialización de esta familia (Symon, 1981). En el Perú, la familia solanaceae es rica en especies, reconociéndose alrededor de 42 géneros y 600 especies (Ulloa *et al.*, 2004).

Numerosas especies de esta familia son mundialmente conocidas, sea por su importancia económica, sus usos en la medicina tradicional, la agricultura, como plantas ornamentales, o por su alta toxicidad (García, 2009), destacándose entre ellas, la "papa" (*Solanum tuberosum* L.), el "tomate" (*Solanum lycopersicum* Lam.), la "berenjena" (*Solanum melongena* L.), el "aguaymanto" (*Physalis peruviana* L.), el "pimiento" (*Capsicum annuum* L.), la "mandrágora" (*Mandragora officinalis* L.), la "belladona" (*Atropa belladonna* L.), el "chamico" (*Datura stramonium* L.), entre otras (Long, 2001).

En esta familia se han encontrado una amplia gama de metabolitos secundarios, desde compuestos fenólicos como flavonoides, cumarinas, estilbenos, taninos y lignanos, hasta alcaloides, glicoalcaloides, esteroides, terpenos, esteroles, sapogeninas, saponinas, esteres glicosilados y witanoli-

dos, atribuyéndoseles diversas propiedades terapéuticas como: antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, antiinflamatorias, antinociceptivas, hepatoprotectoras, antiparkinsonianas, inhibidores de la resistencia de fármacos y también como base para la fabricación de hormonas esteroidales (Long, 2001; García, 2009; Pandurangan *et al.*, 2010; Nice, 2013).

El Cerro Campana se encuentra situado al noroeste de la ciudad de Trujillo, donde debido a las lloviznas, propias del invierno o estación de las lomas, crecen en estas un interesante mosaico herbáceo (Sagástegui *et al.*, 1988), donde alberga a *Solanum multifidum* Lam., especie endémica del Perú, la cual es una hierba anual, erecta o postrada que crece hasta 50 cm de altura, con tallos leñosos y carnosos, hojas pinnadas, bipinnadas o tripinnadas, con inflorescencias 4,5-20 cm de largo, y brotes axilares ramificados, cuyas flores son de color púrpura, azul o violeta, con estambres de color amarillo, de fruto verde y rojo cuando madura, sus semillas son obovadas y aplanadas de 1,0-1,1 x 1,1-1,2 mm, y de color marrón (Bohs, 2005; Bennet, 2008); y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl., que es un arbusto de hasta 140 cm de altura, de tallo ramoso y leñoso, con hojas lanceoladas, de pecíolo muy corto, enteras, y dispuestas en fascículos. Las flores son blanquecinas, actinomorfas, gamosépalas, gamopétalas e infundibuliformes; con androceo formado por 5 estambres epipétalos, anteras ditésicas y basifijas; gineceo con ovario súpero, bicarpelar, bilocular, de placentación parietal, estilo apical y estigma bífido. Su fruto es en baya, de color anaranjado, de ahí su nombre vulgar, "naranjito del campo" (Linares, 1995).

Teniendo en cuenta, las diversas propiedades terapéuticas de las solanaceae, así como la ausencia de estudios sobre las especies antes mencionadas, se decidió realizar el estudio fitoquímico de las hojas, flores y frutos de *Solanum multifidum* Lam. y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl.

Material y métodos

Material biológico

Las especies de *Solanum multifidum* Lam. y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. fueron recolectadas de las lomas costeras del Cerro Campana en el área comprendida entre las coordenadas geográficas: 8° 00′ 18.16″ latitud sur - 79° 06´18.34″ longitud oeste y los 7° 58′ 36.98″ latitud sur - 79° 06´16.18″ longitud oeste, a una altitud entre los 244 y 700 m de elevación, del Distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, región La Libertad-Perú (Fig. 1. A-F). Estas especies fueron identificadas por el biólogo-botánico Eric Frank Rodríguez Rodríguez curador del Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT) y depositadas en el herbario con los códigos: N° 50979 y N° 50976.

Tamizaje fitoquímico

Fundamento: De acuerdo con este método para la marcha fitoquímica de Miranda & Cuellar (2002), cada muestra fue sometida a la acción extractiva de solventes de polaridad creciente: éter etílico, etanol y agua, modificando el pH del medio con el fin de obtener los metabolitos secundarios de acuerdo a su solubilidad. Luego de separar las fracciones se realizó la identificación de los metabolitos secundarios haciendo uso de reactivos de coloración y precipitación.

Procedimiento: Las hojas, flores y frutos de las especies en estudio (Fig. 1. A-F) fueron seleccionadas, lavadas y desecadas en la estufa a 40°C por 3 días, luego fueron pulverizadas en un mortero y tamizadas por un tamiz de malla N° 20.

Se pesaron exactamente 50 g de cada una de las muestras y se procedió según los esquemas I, II, III y IV. (ver anexo).

Resultados y discusión

El tamizaje fitoquímico o "screening" fitoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos de constituyentes químicos presentes en una planta y, a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés. (Lock, 1994). Así, en el presente estudio fitoquímico preliminar se utilizó el método de Miranda & Cuellar, (2002), donde la extracción de los metabolitos sigue un orden de polaridad ascendente; debido a que las células de donde se los ha de extraer, constituyen sistemas hidrofílicos internos, donde se encuentran los primeros, inmersos dentro de una vesícula, que consta de una membrana lipofílica. Cuando se pulveriza la droga, se rompen las paredes y membranas celulares, dejando libres las vesículas que almacenan a los metabolitos. Es así, que se partió con solventes de polaridad creciente (etér etílico, etanol y agua) puesto que el éter etílico, al ponerse en contacto con la droga pulverizada, va a difundirse fácilmente por la membrana vesicular, disolviéndola a su paso y extrayendo los principios activos de polaridad semejante (lipofílicos); este solvente, no extrae aquellos metabolitos secundarios unidos no covalentemente a sistemas hidrofílicos (proteínas, péptidos) en el citoplasma expuesto; sino que se repele con estos últimos. (Miranda & Cuéllar, 2002). El etanol, como solvente de polaridad intermedia, extrae los metabolitos afines; su labor se ve facilitada por la secuencia del procedimiento: el éter etílico ya disolvió las membranas vesiculares, tal es así que solo se remite a romper las interacciones que mantienen atraídos (no unidos) a los principios activos, hacia los sistemas hidrofílicos. Finalmente, el agua extrae los principios activos más hidrosolubles, debido a su elevada polaridad; esta es capaz de extraerlos en sus formas ionizadas, situación que escapa a las particularidades de los solventes anteriores. (Marcano & Hasegawa, 2002)

En la tabla 1 y 2 se observan los resultados del tamizaje fitoquímico realizado a las hojas, flores y frutos de las especies *S. multifidum* Lam. y *L. lycioides*, notándose una gran variedad de metabolitos, entre ellos alcaloides, los cuales se encontraron más abundantes en las hojas de ambas especies. Para la identificación de estos, se realizaron ensayos con los reactivos de Dragendorff, Mayer & Wagner, los que produjeron con las sales de estos compuestos, precipitados de color rojo anaranjado, blanco lechoso y marrón respectivamente (Miranda & Cuéllar, 2000). Estos metabolitos secundarios se encuentran distribuidos en mayor cantidad en especies del género *Solanum* y también en especies del género *Lycianthes*. Dentro de los alcaloides encontrados en estos géneros se reportan los alcaloides esteroidales o glicoalcaloides, entre los que se incluyen solanocapsina, solacasina, solacapina, episolacapina, isosolacapina y O-metil-isosolanocapsina, solafilidina, solasodina, tomatina, chaconina y alfa solanina que han sido aislados de hojas, frutos maduros, tallos y raíces de estos géneros (Vijayan *et al.,* 2004; Aliero *et al.,* 2005; Coy *et al.,* 2005; Martín., 2011; Knuthsen *et al.,* 2009), reportándose también alcaloides tropánicos (Patterson & OíHagan, 2002). Estos cumplen diversas funciones en las plantas, tales como defensa naturales contra animales y hongos. Asimismo, presentan una amplia gama de actividades

terapéuticas como antimicrobianos, analgésicos, antiinflamatorios, diuréticos, antioxidantes, antivirales, y antitumorales (Usubillaga *et al.*, 1997; Vijayan *et al.*, 2002; 2004; Aliero *et al.*, 2006; Dongre *et al.*, 2007; Lien *et al.*, 2012).

Otros metabolitos encontrados en los órganos de las especies en estudio son los compuestos fenólicos, los cuales se evidenciaron con la aparición de color verde al reaccionar con tricloruro férrico (Miranda & Cuellar, 2002). Estos metabolitos secundarios engloban a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol, y cumplen diversas funciones en las plantas, como defensa contra herbívoros o patógenos, además, en particular como soporte mecánico, en la atracción de polinizadores, y dispersantes de frutos, así como, reducen el crecimiento de las plantas competidoras próximas. Dentro de este grupo se evidenció a los flavonoides, los cuales dieron reacción positiva con el reactivo de Shinoda dando coloraciones de anaranjado a rojo en la fase amílica (Miranda & Cuellar, 2000). Los flavonoides son los metabolitos que dan coloraciones a las plantas por eso son considerados pigmentos naturales, encontrándose generalmente en las flores, frutos y hojas fundamentalmente en forma de glicósidos, lo que les infiere una alta solubilidad en agua y disolventes polares, la cual se incrementa por la alta polaridad de sus estructuras (Lock, 1994; Miranda & Cuellar, 2002). Los flavonoides protegen a las células de exceso de, radiación ultravioleta, que se acumulan en las capas epidérmicas de las hojas y tallos, además de ser moduladores del trasporte polar de auxinas. Los flavonoides, han sido empleados para la reducción de la fragilidad capilar, protección frente a estados tóxicos agudos, en terapéutica estrogénica e inflamatoria por su acción similar a la cortisona. Además, son usados como antioxidantes, antivirales, antidiarreicos, antihelmínticos y citostáticos (Kuklinski, 2000; Lock, 1994; Martínez, 2005). Asimismo, se evidenció la presencia de antocianidinas, dando una coloración rojo a marrón en la fase amílica, estos son un tipo de flavonoides responsables de la mayoría de los colores rosa, rojo, morado y azul en las plantas y se encuentran acumulados en las vacuolas de la célula. Debido a que colorean flores y frutos, las antocianinas son muy importantes en la atracción de animales para la polinización y la dispersión de las semillas. Estos metabolitos, han sido reportados como anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos (Garzón, 2008; Martínez, 2005).

Por otro lado, se encontró catequinas en el extracto etanólico de los órganos de las especies estudiadas, las cuales dieron una mancha verde carmelita a la luz ultravioleta, indicándonos un ensayo positivo. Estos metabolitos, también son un tipo de flavonoide y presentan propiedades antioxidantes, antidiabéticas, antiinflamatorias, inmunoestimulantes (Miranda & Cuellar, 2001; Martínez, 2005).

Cabe recalcar, que sobre las especies en estudio, no se reportan datos de su composición química; sin embargo, los resultados obtenidos coinciden con los reportados para otras especies del género *Solanum* y *Lycianthes*. Como por ejemplo: compuestos fenólicos, flavonoides en *S. lycopersicum* (Tokuşoğlu *et al.*, 2013), *S. quitoense* (Gancel *et al.*, 2008), *S. tuberosum* (Peña, 2013), *S. sessiliflorum* (Cardona, 2011), *S. validinervium* (Suárez, 2006), *L. marlipoensis* (Guo & Li, 2011), *L. biflora* (Yang & Zhao, 2012) y antocianidinas en *S. melongena* (Sadilova, 2006) y *S. nigrum* (Ramos *et al.* 2000). Asimismo, estos metabolitos

poseen variada actividad biológica como antioxidantes, hipolipemiantes y antiagregante plaquetario (Palomo *et al.,* 2010).

Otro compuesto fenólico encontrado, son los taninos, los cuales dieron precipitado blanco al reaccionar con gelatina. Estos metabolitos secundarios son de sabor amargo, astringentes, que precipitan las proteínas y alcaloides. Los taninos están ampliamente distribuidos en muchas especies de plantas, donde juegan un papel importante para disuadir a los animales de su consumo y también en la regulación del crecimiento vegetal y se encuentran en hojas, brotes, semillas, raíces, tallo y tejidos de diversas plantas. Aunque siempre se han considerado como perjudiciales, diversos estudios muestran sus beneficios a pequeños dosis como antivirales, antibacterianos y antiparasitarios (Gonzáles, *et al.,* 2001; Valencia, 1995).

Por otro lado, las lactonas y cumarinas, sólo se evidenciaron en las hojas, flores y frutos de la especie *S. multifidum,* las cuales reaccionaron con Baljet dando coloración roja. Asimismo, al comparar con otras especies del género *Solanum* se han encontrado que *S. macranthum* y *S. americanum* presentan lactonas terpénicas y lactonas sesquitérpenicas que le confieren actividades insecticidas (Hernández *et al*., 2010; Chang, 2013). De igual manera, también se reportan la presencia de cumarinas (esculetina, esoescopoletina) en la especie de *Solanum validinervium* (Suarez *et al*., 2006). Con respecto a la esculetina, se han reportado en investigaciones, que posee efectos estrogénicos y que, puede ser utilizada en terapia de reemplazo hormonal en mujeres posmenopáusicas (Orozco *et al.*, 2009).

Respecto a los triterpenos y esteroides, estos se han identificado en todos los órganos de las especies en estudio, los cuales dieron reacción positiva con el reactivo de Liebermann-Burchard dando coloraciones de rojo (triterpenos) y color azul verdoso (esteroides). Los esteroides biogenéticamente están relacionados a los triterpenos. Los esteroides son compuestos fundamentales en la estructura vegetal. Existen investigaciones donde reportan que el género *Solanum* presenta 5 triterpenos: lupeol, acetato de lupeol, α-amirina, β-amirina y acetato de β-amirina y dos esteroides sitosterol y estigmasterol (Pereira, 2000). Asimismo, se reportan glicósidos esteroidales (β-solamargina, solasonina y α, β-solansodamina) (Saijo *et al.*, 1982).

Las saponinas son glicósidos, de ambos triterpenos y esteroles, este metabolito secundario también se ha encontrado en las hojas y flores de *S. multifidum* y *L. lycioides*. Son un grupo amplio distribuido en sustancia vegetales, así llamadas por su capacidad para formar espuma con el agua. Estas son poderosas surfactantes, causan hemólisis y son potentes toxinas plasmáticas, venenosas para los peces, pero sin efectos tóxicos para los hombres al ser ingeridos. Tienen actividades antiinflamatorias, antialérgicas antivirales y moluscosidas (Lacaille-Dobous & Wagner, 1996). Las saponinas esteroidales, son materia inicial para la preparación de varios productos muy potentes y ampliamente usados como productos farmacéuticos, entre ellos: cortisona, anticonceptivos, estrógenos, testosterona. Estas saponinas esteroidales se encuentran ampliamente distribuidas en la familia Solanaceae (Martínez, 2001; Coutinho, 2009).

Por otro lado, también se evidencia la presencia de aceites y grasas en las hojas, flores y frutos de las especies en estudio. Estos, se identificaron mediante

el ensayo de Sudan III dando coloración roja, estos metabolitos, se encuentran en las partes aéreas de las plantas superiores, que incluyen hojas, tallos, flores y frutos, que están cubiertas completamente, con excepción de la apertura estomática, de una membrana contínua lipídica extracelular denominada cutícula (Pighin *et al.,* 2004; Cameron *et al.*, 2006; Jeffree, 2006).

El ensayo para azúcares reductores resultó positivo dando precipitados de color rojo ladrillo al reaccionar con Fehling. Estas, se encontraron en todos los órganos de las especies en estudio, siendo de mayor intensidad en los frutos de *L. lycioides*. Por otro lado, para la identificación de los aminoácidos, se realizó la reacción con la ninhidrina. La ninhidrina, es un poderoso agente reactivo, reacciona con todos los aminoácidos formando un compuesto complejo, dando una coloración que varía de azul a violeta intenso. Este metabolito, se encontró en todos los órganos de las especies en estudio. Ambos metabolitos, son también reportados en otras investigaciones de la familia Solanaceae. (Navarro & Suárez, 2010; Pérez-Colmenares & Rojas-Fermenin, 2013).

Grupos de metabolitos secundarios como cardenólidos, quinonas, resinas y mucílagos no fueron detectados en el presente estudio.

Conclusiones

Las hojas, flores y frutos de las especies *S. multifidum* Lam. y *L. lycioides*. evidencian la presencia de una gran variedad de metabolitos como, alcaloides, compuestos fenólicos, flavonoides, antocianidinas, catequinas, taninos, triterpenos y esteroides, azúcares reductores, aceites y grasas, aminoácidos, saponinas sólo en hojas y flores de ambas especies y lactonas y cumarinas sólo en los tres órganos de la especie de *S. multifidum* Lam.

En ninguno de los órganos evaluados se encontró la presencia de cardenólidos, quinonas, resinas y mucílagos.

Literatura citada

Aliero, A. A.; D. S. Grierson & A. J. Afolayan. 2005. Chemical and nutrient characterization of *Solanum pseudocapsicum* berries. Afr. J. Biotechnol. (Kenia). 4 (11): 1300-1303.

Bennet, J. 2008. Revision of *Solanum* section regmandra (Solanaceae).Edinburgh Journal of Botany. 65 (1): 69-112.

Bohs, L. 2005. Major clades in *Solanum* based on ndhF sequences. Pp. 27-49 *in* R. C. Keating, V. C. Hollowell, & T. B. Croat (eds.), A festschrift for William G. D'Arcy: the legacy of a taxonomist. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Vol. 104. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Cameron, K. D.; M. A. Teece & L. B. Smart. 2006. Increased accumulation of cuticular wax and expression of lipid transfer protein in response to periodic drying events in leaves of tree tobacco. Plant Physiol. 140: 176-183.

Cardona, J. 2011. Estudio de metabolitos fijos y volátiles en tres morfotipos de "cocona" (*Solanum sessiliflorum* Dunal) procedentes del Departamento del Guaviare. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Master en Ciencias - Química.

Chang, L.; Y. Rosabal & J. Morales. 2013. Composición fitoquímica de los tallos y hojas de la especie *Solanum nigrum* L. que crece en Cuba. Rev Cubana Plant Med [online]. vol.18, n.1, pp. 10-16.ISSN 1028-4796.

Coutinho, E. M. 2009. Estudo fitoquímico e de atividade biológica de espécies de *Solanum* (Solanaceae) – Dissertação. 167.

Coy, B.; L. Cuca & C. Orozco. 2005. Un nuevo alcaloide esteroidal, dos esteroles y un triterpeno pentacíclico de *Solanum cornifolium*, sección geminata. Actual Biol 27 (Supl. 1): 131-134.

D'Arcy, W. G. 1991. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography.*In*: J. G. Hawkes, R. N. Lester, M. Nee & N. Estrada (eds.). Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry and Evolution. Great Britain:

Royal Botanical Gardens, Kew, 75-137.

Dongre, S. H.; S. H. Badami; G. Ashok; S. Ravi & R. Kottani. 2007. *In vitro* cytotoxic properties of O-methyl solanocapsine isolated from *Solanum pseudo capsicum* leaves. Indian J. Pharmacol. 39 (4): 208-209.

Gancel, A.; P. Alter & J. Ruales. 2008. Identifying Carotenoids and Phenolic Compounds In "Naranjilla " (*Solanum quitoense* Lam. var. *puyo* Hybrid), an Andean Fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2008 56 (24): 11890-11899.

García, H. G. 2009. Aislamiento, modificación estructural y evaluación biológica de los metabolitos secundarios de *Withania aristata* (Solanaceae), endemismo canario. Tesis doctoral. Universidad de la Laguna. España.

Garzón, G. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. Acta biol. Colomb., Vol. 13 No. 3: 27–36

González, F.; M. Peña; R. Sánchez & J. L. Santona. 2001. Taninos de diferentes especies vegetales en la prevención del fotoenvejecimiento. Revista Cubana Investigación Biomed. 20 (1): 16-20.

Guo, F. & Y. Li. 2011. Phenolic and amide constituents from *Lycianthes marlipoensis.* Zhongguo Zhong Yao ZaZhi. Sep; 36 (18): 2507-10.

Hernández, J.; Y. Flórez & G. Vallejo. 2010. Evaluación de la actividad insecticida de *Solanum macranthum* (Dunal) sobre ninfas de los estadios IV y V de *Rhodnius pallescens, Rhodnius prolixus, Rhodnius* colombiensis. Revista Cubana de Farmacia. 45 (1): 71-78.

Nice, K. 2013. Antimicrobial screening of secondary metabolites from Solanaceae.

Jeffree, C. E. 2006. The fine structure of the plant cuticle. In: Biology of the Plant Cuticle. M. Riederer, C Müller (eds). Julius-von-Sachs-Institut, für Biowissens chaften Universität Würzburg, Germany. pp:11-110.

Kuklinski, C. 2000. Farmacognosia. Ed. Omega S.A. España. pp. 106-109

Lacaille-Dubois, M. A. & H. A. Wagner. 1996. Review of the biological and pharmacological activities of saponins. Phytomedicine 4: 363-386. Lien, E.; Lien, L.; Wang, R.; Wang, J. 2012. Phytochemical analysis of medicinal plants with kidney protective activities. Chin. J. Integr. Med. (China). 18 (10): 790-800.

Linares, E. 1995. Etnobotánica del transecto Yura-Chivay, Departamento de Arequipa, Perú. Rev. Chil. Flor. Veg. 3;1.

Lock, O. 1994. Investigación Fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales. 2ª. Ed. Fondo editorial, PUCP, Lima, Perú.

Long, J. 2001. Una semblanza de las solanaceae. Etnobiología.1 (1): 1 8-24.

Mabberley, D. J. 2008. Mabberley's Plant-Book.: A portable dictionary of plants, their classification and uses. Third edition, Cambridge University Press.

Marcano, D. & M. Hasegawa. 2002. Fitoquímica Orgánica. 2da. Edición. Universidad Central de Venezula. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.

Martín, I. 2011. Determinación de glicoalcaloides: -solanina y -chaconina en patata mediante cromatografía de líquidos de ultra presión acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo. Departamento de hidrogeología y química analítica. Universidad de Almeria. España.

Martínez, A. 1991. Farmacognosia y fitoquímica experimental. Universidad de Antioquia. Medellín.

Martínez, M. A. 2001. Saponinas esteroides. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

Martínez, M. A. 2005. Flavonoides. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

Martínez, M. A. 2002. Alcaloides esteroidales de Solanaceas. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

Miranda, M. & A. Cuéllar. 2002. Manual de Prácticas de laboratorio. Farmacognosia y Productos Naturales. Universidad de La Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos. Ciudad Habana. pp. 41-52.

Navarro, Y. & J. Suarez. 2010. Evaluación del proceso de maduración del "lulo" (*Solanum quitoense* Lam.) var. *castilla.* @Limentech ciencia y tecnología alimentaria ISSN 1692-7125. Volumen 8, No. 1, p. 58-66.

Orozco, J. 2009. Evaluación de actividad estrogénica de dafnetina y esculetina en células de adenocarcinma marmario humano MCF-7. http://www.smb.org.mx/smb-anterior/XXVICONGRESO/text/Carteles/Jueves/Ju184.pdf

Palomo, I.; E. Fuentes & G. Carrasco. 2010. Actividad antioxidante, hipolipemiante y antiplaquetaria del "tomate" (*Solanum lycopersicum* L.) y el efecto de

su procesamiento y almacenaje. Rev Chil Nutr Vol. 37, Nº4. Universidad de Talca, Talca, Chile.

Pandurangan, A.; R. Khosa & S. Hemalatha. 2010. Antinociceptive activity of steroid alkaloids isolated from *Solanum trilobatum* Linn. J Asian Nat Prod Res. 12 (8): 691-695

Patterson, S. O. & D. Hagan. 2002. Biosynthetic studies on the tropane alkaloid hyoscyamine in *Datura stramonium*; hyoscyamine is stable to *in vivo* oxidation and is not derived from littorine via a vicinal interchange process. Phytochemistry, 61:323-329.

Peña, B. & L. Restrepo. 2013. Compuestos fenólicos y carotenoides en la “papa”: revisión. Actualización en nutrición. Vol 14 - Nº 1.

Pereira, I.; M. Paes; V. Rodríguez; M. Kanashiro & M. Vega. Triterpenos de *Solanum argenteum* (Solanaceae). Sociedade Brasileira de Química (SBQ)

Pérez-Colmenares, A. & L. Rojas-Fermenin. 2013. Farmacología y Fitoquímica del género *Solanum* (Solanaceae). Editorial Academia Española. España.

Pighin, J. A.; H. Zheng; L. J. Balakshin; I. P. Goodman; T. L. Western; R. Jetter; L. Kunst & L. Samuels. 2004. Plant cuticular lipid export requires an ABC transporter. Science 306: 702-704.

Ramos, L.; K. Lupetti; E. Cavalheiro & O. Fatibello. 2000. Utilização do extrato bruto de frutos de *Solanum nigrum* L. no ensino de química. Eclet. Quím. vol.25 São Paulo.

Sadilova, E.; F. C. Stintzing & R. Carle. 2006. Anthocyanins, colour and antioxidant properties of eggplant (*Solanum melongena* L.) and violet pepper (*Capsicum annuum* L.) peel extracts. Z Naturforsch [C]. 61(7-8): 527-535.

Sagástegui, A.; J. Mostacero & S. López. 1988. Fitoecología del Cerro Campana (Provincia de Trujillo). Boletín de la Sociedad Botánica de La Libertad. 14(1):1-47.

Saijo, R.; K. Murakami; T. Nohara; T. Tomimatsu; A. Sato & K. Matsuoka. 1982. Studies on the constituents of *Solanum* plants. J Ethnopharmacology. 102: 300-305.

Suarez, L.; D. Muñoz & C. Orozco. 2006.Compuestos fenólicos aislados de la especie *Solanum validinervium* (Solanaceae) Sección Geminata. Rev. Colomb. Quim. [online], vol.35, n.1, pp. 59-65.ISSN 0120-2804.

Symon, D. E. 1981. A revision of the genus *Solanum* in Australia. Journal of the Adelaide Botanical Garden.4:1-367.

Tokuşoğlu, M.; K. Ünal & Z. Yıldırım. 2003. HPLC–UV and GC–MS characterization of the flavonol aglyconsquercetin, kaempferol, and myricetin in tomato pastes and other tomato-based products. Acta Chromatographica, No. 13.

Ulloa, C.; J. L. Zarucchi & B. León. 2004. Diez Años de adiciones a la Flora del Perú: 1993–2003. Arnaldoa, Edic. Especial. Universidad Privada Antenor Orrego–Missouri Botanical Garden, Trujillo, Perú.

Usubillaga, A.; I. Aziz; M. C. Tettamanzi; R. Waibel & H. Achenbach. 1997. Steroidal alkaloids from *Solanum sycophanta*. Phytochem. 44 (3): 537-543.

Valencia, C. 1995. Fundamentos de fitoquímica. Editorial Trillas, México. 227p.

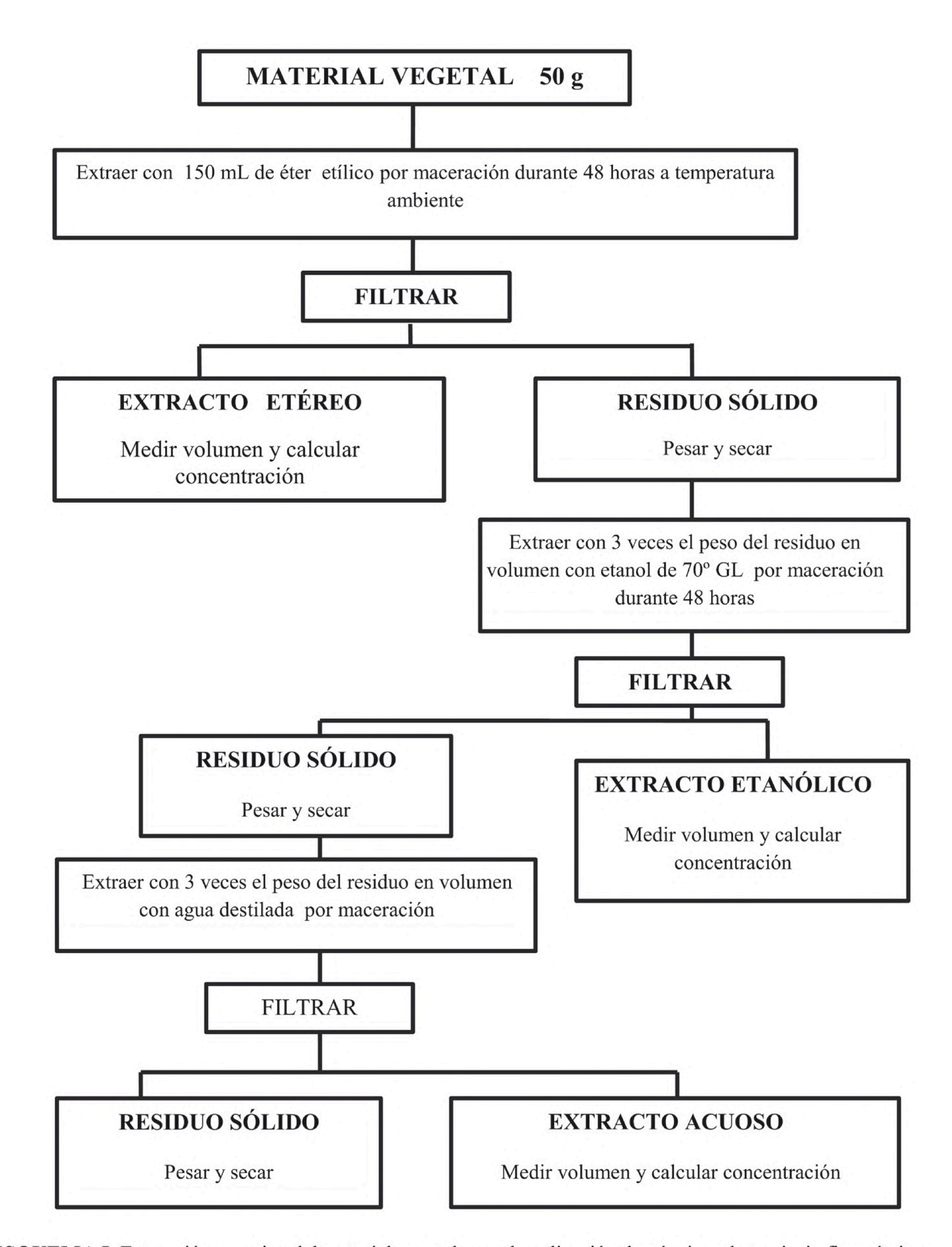
Vijayan, P.; P. Vijayaraj; P. H. C. Setty; R. C. Hariharpra; A. Godavarthi; S. Badami; D. S. Arumugam, & S. Bhojraj. 2004. The cytotoxic activity of the total alkaloids isolated from different parts of *Solanum pseudocapsicum*. Biol. Pharmac. B. (Japón). 27 (4): 528-530.

Yang, G. Z.; S. Zhao & Y. C. Li. 2002. Studies on the chemical constituents of *Lycianthes biflora.* YaoXueXueBao. Jun; 37 (6): 437-9.

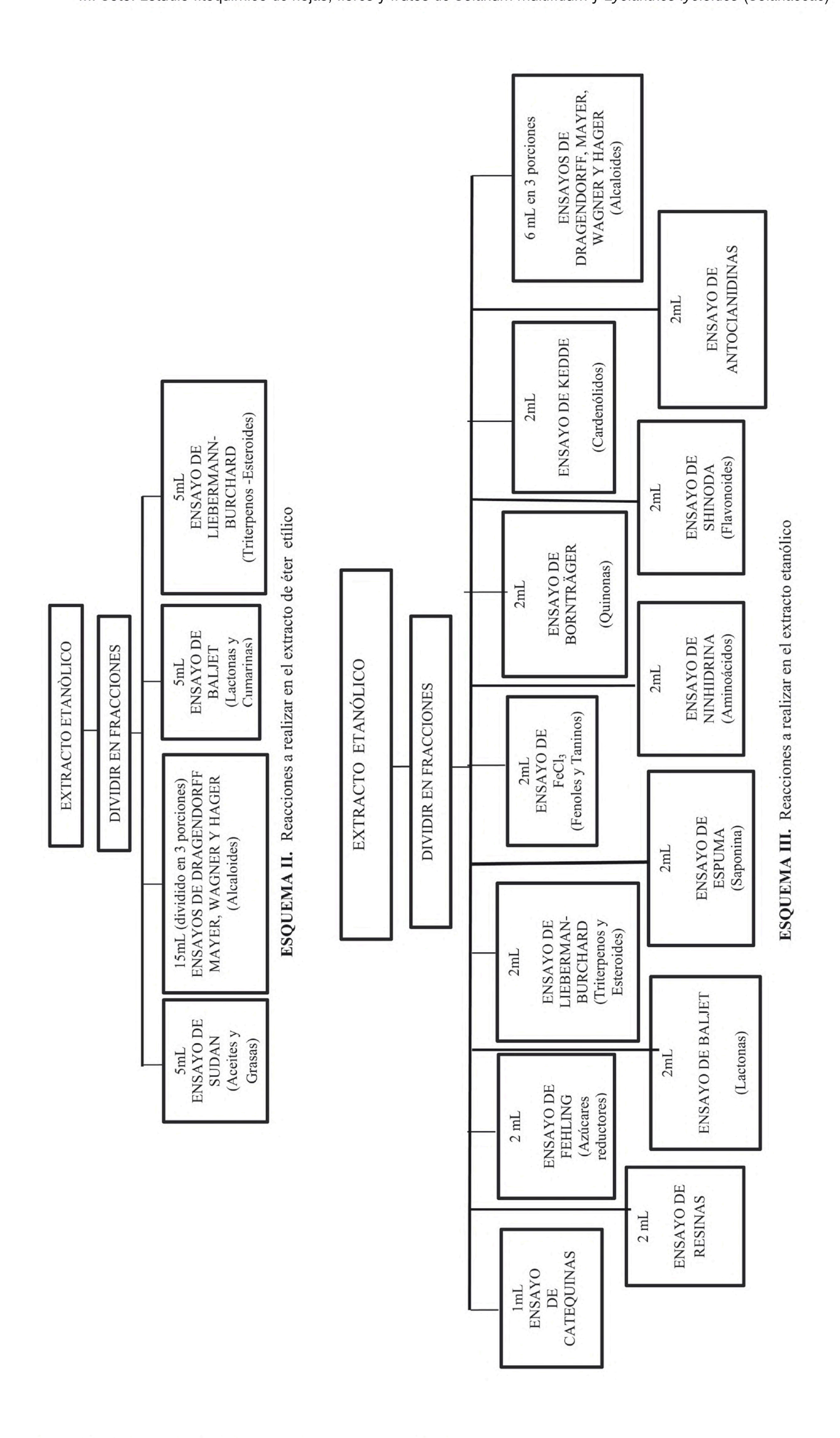
ANEXO



Fig. 1. A. Recolección de *Solanum multifidum* Lam. Cerro Campana-La Libertad (244 m.s.n.m.); B. Flores en antésis de *Solanum multifidum* Lam.; C. Bayas de *Solanum multifidum* Lam.; D. Recolección de *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. Cerro Campana-La Libertad (700 m.s.n.m.); E. Flor en antésis de *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl.; F. Bayas maduras y hojas de *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl.

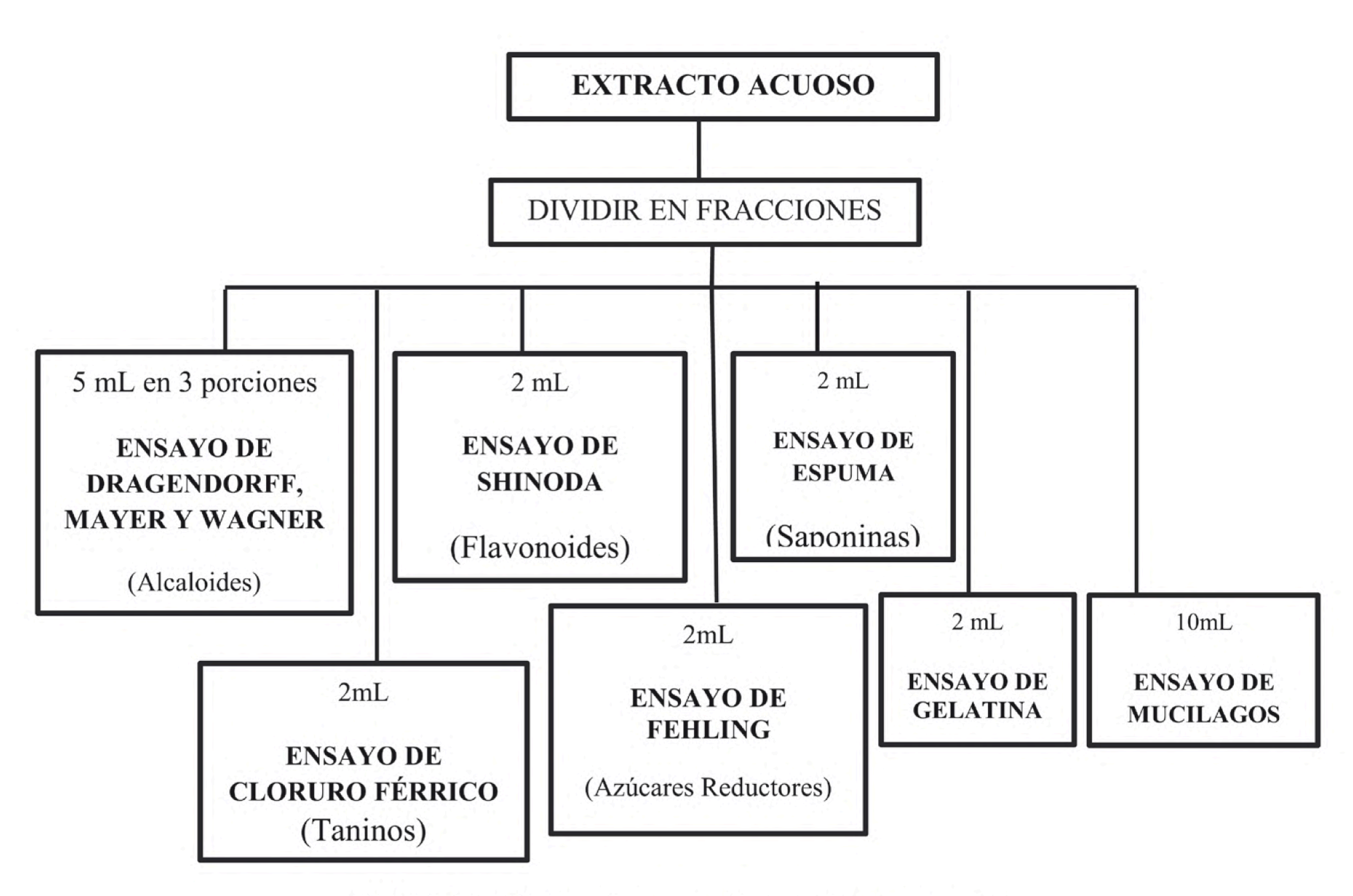


ESQUEMA I. Extracción sucesiva del material vegetal para la aplicación de técnicas de tamizaje fitoquímico



ESQUEMA II. Reacciones a realizar en el extracto de éter etílico

ESQUEMA III. Reacciones a realizar en el extracto etanólico



ESQUEMA IV. Reacciones a realizar en el extracto acuoso

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de la hoja, flor y fruto de *Solanum multifidum* Lam.

Metabolitos	Ensayo	Extracto etéreo			Extracto etanólico			Extracto acuoso		
		H	F	Fr	H	F	Fr	H	F	Fr
Alcaloides	Dragendorff	++	+	+	+++	+	+	+++	+	+
	Mayer	++	+	+	+++	+	+	+++	+	+
	Wagner	++	+	+	+++	+	+	+++	+	+
Compuesto fenólicos	Tricloruro Férrico				++	+++	+	+	+	+
Flavonoides	Shinoda				++	++	++	+	+	+
Antocianidinas					+	+	+			
Catequinas	Catequinas				+	+	+			
Taninos	Gelatina-sal							+	+	+
Lactonas y cumarinas	Baljet	+	+	+	+	+	+			
Triterpenos y Esteroides	Lieberman-Buchard	+++	+	+	+++	+	+			
Cardenólidos	Kedde				-	-	-			
Quinonas	Bornträger				-	-	-			
Saponinas	Espuma				+	+	-	++	+	-
Azúcares Reductores	Fehling				+	+	+	+	+	+
Aceites y grasas	Sudan III	+	+	+						
Aminoácidos	Ninhidrina				+	++	+			
Resinas	Resinas							-	-	-
Mucílagos								-	-	-

H: Hoja; F: Flor; Fr: Fruto
(-) Ausencia; (+) leve; (++) moderado; (+++) abundante

Tabla 2. Tamizaje fitoquímico de la hoja, flor y fruto de *Lycianthes lycioides* (L.) *Hassl.*

Metab		etéreo			etanólico			acuoso		
		H	F	Fr	H	F	Fr	H	F	Fr
Alcaloides	Dragendorff	++	+	+	+++	+	+	+++	+	+
	Mayer	++	+	+	+++	+	+	+++	+	+
	Wagner	++	+	+	+++	+	+	+++	+	+
Compuesto fenólicos	Tricloruro Férrico				++	+	+	++	+	+
Flavonoides	Shinoda				+	+	+++	+	+	+++
Antocianidinas					+	+	+			
Catequinas	Catequinas				+	+	+			
Taninos	Gelatina-sal							+	+	+
Lactonas y cumarinas	Baljet	-	-	-	-	-	-			
Triterpenos y Esteroides	Lieberman-Buchard	++	+	++	++	+	++			
Cardenólidos	Kedde				-	-	-			
Quinonas	Bornträger				-	-	-			
Saponinas	Espuma				+	+	-	++	+	-
Azúcares Reductores	Fehling				+	+	+	+	+	++
Aceites y grasas	Sudan III	+	+	+						
Aminoácidos	Ninhidrina				+	+	+			
Resinas	Resinas							-	-	-
Mucílagos								-	-	-

H: Hoja; F: Flor; Fr: Fruto
(-) Ausencia; (+) leve; (++) moderado; (+++) abundante